

复摆实验

陈启钰 2300011447

2024 年 5 月 26 日

1 引入相对重心转动惯量和回转半径的意义

引入相对重心的转动惯量以后，复摆的转动惯量 I 可以表示成相对重心转动惯量 I_G 与 mh^2 之和，使得对复摆相对某点的转动惯量更加容易表示，同时方便线性拟合。引入回转半径 R_G 是引入了一个与 h 同量纲的量，方便方程的表示。

2 复摆的共轭性

假如一个复摆的振动中心在C点，悬点在O点（OCG三点共线）。如果这个摆绕过C点的新轴摆动且该轴平行于过O点的轴，则它的周期不变，O成了新的振动中心，这就是复摆的共轭性。

由共轭性，有

$$h^2 - \frac{T^2}{4\pi^2}gh + R_G^2 = 0 \quad (1)$$

可得

$$h_1 + h_2 = \frac{T^2}{4\pi^2}g = L, g = \frac{4\pi^2(h_1 + h_2)}{T^2} = \frac{4\pi^2L}{T^2} \quad (2)$$

实验中，只需要找到过质心的直线上两点，且分别以这两个点为悬点时复摆的振动周期相同，在测量出两个点的距离以及周期即可得到重力加速度。

3 支撑法安装复摆的优点

稳定性：支撑法是一种相对稳定的安装方法。通过将复摆的轴与支撑物（例如墙壁或天花板）连接，可以确保摆动过程中不会发生意外脱离或倾斜。减少振动干扰：支撑法可以减少

少外部振动对复摆的影响。当复摆悬挂在支撑物上时，支撑物可以吸收部分外部振动，从而减少了摆动的干扰。方便安装和调整：支撑法通常比其他安装方法更容易安装和调整。只需将复摆的轴与支撑物连接，而无需复杂的支架或其他设备。

4 测量中心到悬点的距离

将复摆的每个孔都当作悬点，并测量每个振动周期，对于第 n 个悬点

$$T(n) = 2\pi \sqrt{\frac{I_G + mr_n^2}{mgr_n}} \quad (3)$$

式中 r_n 为第 n 个孔到质心的距离，设质心在第 n_0 到第 $n_0 + 1$ 个孔之间，且距离第 n_0 个孔的距离为 a ，则有

$$r_n = |a + (n_0 - n)d| \quad (4)$$

其中 d 是相邻两孔的距离。两个最小的周期值对应的 n 可以确定 n_0 ，然后 a 可以通过求解方程求到（也可以通过拟合得到）。

5 周期测量的误差来源

在实际测量中，复摆的摆动角度有可能不满足小角度近似，会引起误差。
空气浮力和阻力可能会对周期产生影响。
复摆振动过程中还受到摩擦阻力等影响周期。
光电计时器等测量精度也会影响周期测量。

6 实现周期微调的方案

可以通过调节复摆上的微调螺母对周期进行微调。
此外，还可以通过安装加重片进行周期微调。